

MEASURING PARAMETERS OF HUMAN OPERATOR

Lucia Becová

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xbecov00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Miroslav Jirgl

E-mail: jirgl@feec.vutbr.cz

Abstract: This work focuses on evaluating the parameters of the human operator as the driver of the vehicle simulator. In the first part, the thesis focuses on the examination of human operator parameters evaluation. In the second part of the thesis is a proposal of various scenarios focused on a specific area of measurement. Finally, processing and evaluation of measured data by different operators.

Keywords: Human operator, vehicle simulator, scene, data, reaction

1 ÚVOD

História vývoja simulátorov siaha až do osemdesiatych rokov minulého storočia. V tých časoch vznikali prvé simulátory riadenia vozidla na báze počítačových hier slúžiacich na relax. V dnešnej dobe už existujú rôzne riešenia simulácie skutočného riadenia vozidla. Podobne, ako to bolo aj v minulosti, slúžia predovšetkým na zábavu, ale tak isto aj na výcvik vodičov vo vzdelávacích inštitúciách. Ďalšou dosť podstatnou oblasťou pre využitie simulátora vozidla je skúmanie v oblasti ľudských faktorov. Na základe tejto oblasti sme schopní vyhodnocovať správanie vodičov, výkonnosť, pozornosť a v automobilovom priemysle sú navrhované a vyhodnocované nové vozidlá alebo nové moderné asistenčné systémy vodiča. Existujú rôzne typy simulátorov napríklad pre riadenie vlaku, lietadla, nákladného auta a mnoho ďalších. Článok je zameraný na riadenie osobného automobilu.

Dôležité je vytvorenie rôznych scén pre skúmanie reakcií vodiča. Aby bolo možné navrhnuť scénu potrebnú pre otestovanie riadiacich reakcií, je potrebné si v prvom rade naštudovať problematiku hodnotenia parametrov ľudského operátora. Následne nato bude vytvorený návrh možných scénárov, z ktorých budú získavané dáta potrebné pre vyhodnotenie vodiča.

2 RIEŠENIE

Na začiatku práce je nutné si pozrieť a oboznámiť sa s riešením problémov s vyhodnocovaním ľudského operátora. Človek je sám o sebe na popis veľmi zložitý aj z toho dôvodu, že ešte nie sme schopný matematického popisu celej štruktúry mozgu. Existuje viacero metód zaoberajúcich sa touto tematikou.

2.1 MATEMATICKÝ MODEL ĽUDSKÉHO OPERÁTORA

Významnou osobnosťou v tejto oblasti bol prof. Duan T. McRuer. Vo svojej práci sa zamerával na skúmanie odchýlky, ktorá vznikla medzi chybou a pozorovaným výstupom. Na základe jeho poznatkov bolo vytvorených mnoho modelov popisujúcich ľudský regulátor. [1]. Jeden z jeho najpoužívanejších modelov je znázornený v rovnici (1)[1], vďaka ktorému máme možnosť fyziologickej a neurologickej interpretácie jednotlivých parametrov. Tento model je rovnako efektívne využiteľný nástroj pre možnosť dostatočne presnej aproximácie ľudských vodičských zásahov pre rôzne dynamiky. [2]

$$F_R = K_R \cdot \frac{(T_L p + 1)}{(T_N p + 1) \cdot (T_I p + 1)} \cdot \exp(-p\tau) \quad (1)$$

,kde:

K - Zosilnenie reprezentujúce zvyky ľudského operátora na daný akčný zásah. Súvisí tiež s pomerom vstupného a výstupného signálu. (Závisí na aplikácii)

T_N - Zotrvačná časová konštanta udávajúca oneskorenie činnosti ľudského operátora dané neuromuskulárnym systémom. Nie je závislá na skúsenostiach. (0.05 – 0.2)s

T_I - Zotrvačná časová konštanta súvisiaca s predvádzaním naučených stereotypov a rutinných postupov. 0.1 až jednotky sekundy

T_L - Prediktívna časová konštanta odrážajúca schopnosť predpovedať situáciu, ktorá môže nastať. Túto schopnosť získava ľudský operátor skúsenosťami. 0.2 až jednotky sekundy

τ - Časová konštanta udávajúca oneskorenie odozvy mozgu na pohybový a očný vnem. Vplyvom únavy môže dôjsť ku predĺženiu tejto konštanty a následnému zlyhaniu regulačných schopností ľudského operátora. (0.5 - 1) s

2.2 POPIS MODELU SIMULÁTORA

Vychádza z dostupného simulátora vozidla, v ktorom bolo navrhnuté základné riadenie vozidla so základnými scénami.

Súčasťou tejto práce sú vytvorené rozšírenia scén spolu s rozhraním pre ovládanie spúšťania jednotlivých scén, ako aj systém pre zbieranie a ukladanie nameraných dát s frekvenciou záznamu 50 Hz.

Celkový výsledný model simulátora je vytvorený v prostredí Matlab/Simulink s využitím 3D modelovacieho nástroja a jazyka VRML. Na Obr. 1 je možné vidieť meracie pracovisko pre testovanie.



Obrázok 1: Simulátor v reálnom prostredí

1. Scéna – Brzdná reakcia:

- V tejto scéne sa zameriavame hlavne na reakčnú dobu τ testovaného vodiča vyhodnocovanú na základe časového rozdielu medzi vyskočením textu STOP, ktorý je zachytený zrakom a zatlačením brzdy nohou vid' prvý Obr.2. Teoreticky sa táto reakčná doba pohybuje v rozsahu 0.4 – 1 s.

2. Scéna – Srnka :

- V tejto scéne sa zameriavame hlavne na reakčnú dobu testovaného vodiča vyhodnocovanú na základe časového rozdielu medzi momentom vyskočenia srnky do priestoru pred autom a pohybom volantu pomocou rúk vid'. druhý Obr.2. Teoreticky sa táto reakčná doba pohybuje v rozsahu 0.4 – 0.6 s.

3. Scéna – Sledovanie vozidla:

- Táto scéna slúži predovšetkým ako prvá scéna pre testovaného vodiča, aby si zvykol na simulátor. V tejto scéne je vložené ďalšie vozidlo, ktoré je umiestnené v scéne pred vozidlom simulátora s konštantnou vzdialenosťou. Cieľom je skúmanie schopností testovaného vodiča udržiavať danú konštantnú vzdialenosť od sledovaného vozidla, ktoré ide po vopred určenej trase, ktorá je vypočítaná s využitím, základných fyzikálnych princípov. Vzdialenosť od sledovaného vozidla sa vyhodnocuje s ohľadom na vzťah medzi dĺžkami strán pravouhlého trojuholníka v rovine.

4. Scéna – Rýchlostné profily:

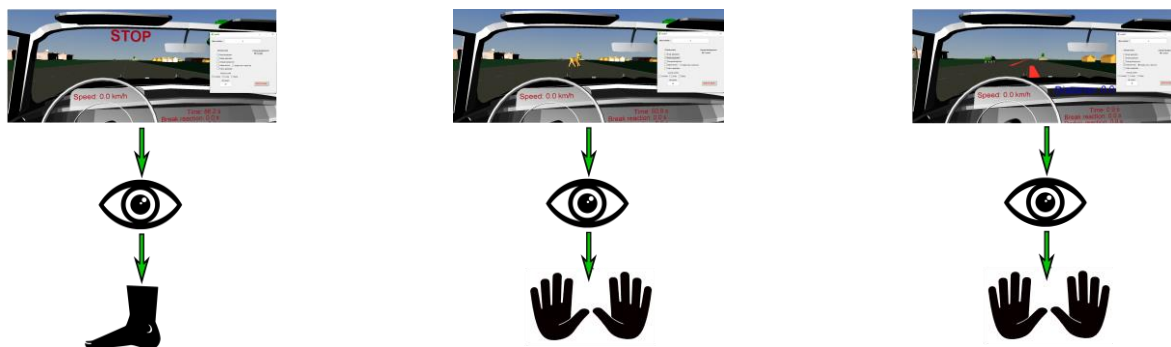
- Táto scéna vznikla spolu so scénou sledovania vozidla s tým rozdielom, že sledované vozidlo nejde po vopred určenej trase, ale mení svoju rýchlosť v závislosti na zvolenom rýchlostnom profile. Testovaný vodič je povinný udržiavať konštantnú vzdialenosť od sledovaného vozidla. Sú navrhnuté tri rýchlostné profily:
 - a) Konštantný – vozidlo ide konštantnou rýchlosťou 20 km/h
 - b) Lineárny – rýchlosť vozidla narastá lineárne
 - c) Rampa – rýchlosť vozidla sa zvyšuje, kým nedosiahne 50 km/h a následne klesá do nuly

5. Scéna – Sledovanie čiary:

- Pri tejto scéne ide o to, aby vodič dokázal vyregulovať model simulátora vozidla tak, aby vozidlo šlo po určenej červenej čiare, ktorá je umiestnená na ceste. Táto čiara sa po určitom nastavenom čase skokovo posunie (zmení svoju polohu) a v tom momente je možné identifikovať reakciu testovaného vodiča ako regulátor na vzniknutú odchýlku a na základe jeho odzvy vyhodnotiť kvalitu jeho reakcie vid'. tretí Obr.2.

6. Scéna – Zmena pozadia:

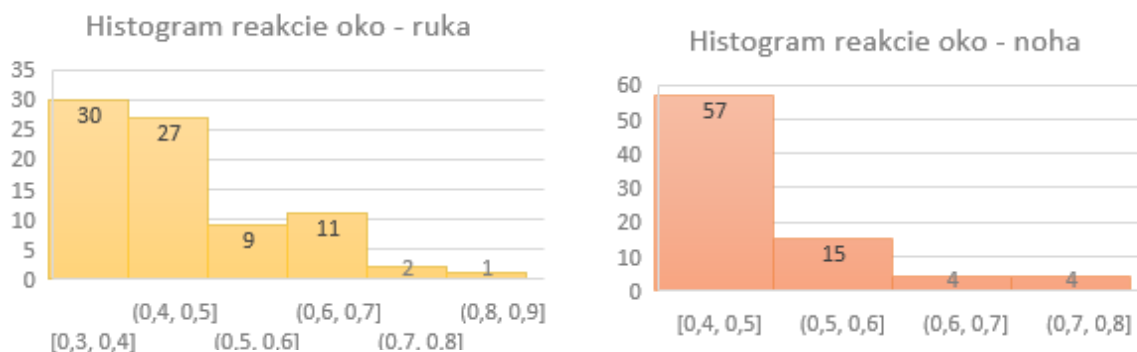
- V tejto scéne ide o sledovanie reakcie vodiča na zmenu pozadia. To znamená sledovanie reakcií volanta alebo pedálov pri zmene pozadia. Konkrétne sa mení pozadie oblohy v simulátore a to tak, že po nastavenom čase začne s definovaným intervalom dôjde ku zmene farby oblohy. Výsledkom tejto scény je preskúmanie, či takáto zmena má výraznejší vplyv na sústredenie testovaného vodiča.



Obrázok 2: Grafické znázornenie reakcií

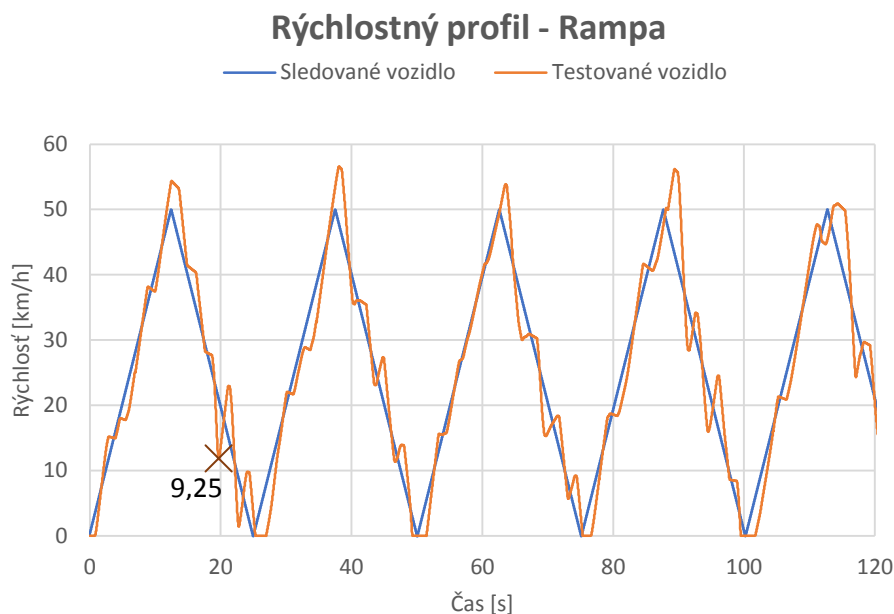
2.3 ANALÝZA DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV

Na Obr. 3 sú znázornené histogramy popisujúce reakčné doby testovaných vodičov. Merania sú vyhodnotené na vzorke desiatich testovaných vodičov. Na histograme oko – noha je vidieť hodnoty reakčnej doby τ v závislosti s reakciou testovaných vodičov na prvú scénu so stopkou. Na histograme oko – ruka je vidieť hodnoty reakčnej doby τ v závislosti s reakciou testovaných vodičov na druhú scénu so srnkou. Každý z testovaných vodičov bol zmeraný 10 krát. Z výsledných hodnôt je teda vidieť, že predpokladaný teoretický odhad reakčnej doby τ skutočne sedí.



Obrázok 3: Vyhodnotenie nameraných dát pre 1. a 2. scénu

Pre predstavu vyhodnocovania rýchlostného profilu je pridaný výsledný graf získaný od jedného testovacieho operátora pre profil rampa vid'. Obr. 4.



Obrázok 4: Rýchlostný profil rampa

V grafe je možné vidieť ideálny profil rampy, ktorý odpovedá zmene rýchlosti sledovaného vozidla. Okrem toho je tam zobrazená aj odozva rýchlosti testovaného operátora. Je tam tiež aj vyčíslený najväčší rozdiel rýchlostí, ktorú dosiahol testovaný operátor od hodnoty rýchlosti sledovaného vozidla, ktorého hodnota je 9,25 km/h.

3 ZÁVER

Práca sa zaoberá zostavením vhodných scén pre zbieranie parametrov vodiča vozidla pomocou simulátora. Tieto zozbierané parametre sú následne vyhodnotené a na základe nich dokážeme povedať niektoré dôležité fakty o vodičovi ako regulátor vozidla. Na Obr. č. 3,4 sú zobrazené reálne výsledky získané od testovaných operátorov. Na týchto jednoduchých meraniach je vidieť, že predpokladané teoretické hodnoty z modelov, odpovedajú reálnym reakciám ľudského operátora. Pre zostávajúce scény budú ešte vykonané ďalšie testy.

REFERENCE

- [1] JIRGL, Miroslav. Analýza modelu chování pilota při řízení letounu. Brno, 2016. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. [cit. 3. 4. 2019]
- [2] MCRUER, D.T. and Ezra KRENDEL. Human Pilot Dynamics in Compensatory systems [online]. [cit. 3. 4. 2019]. Dostupné z URL: <http://contrails.iit.edu/files/original/AFFDLTR65-015.pdf>